

2001 P 09530



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 15 581 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 02 D 41/00**  
F 02 D 41/40

B-7  
**DE 42 15 581 A 1**

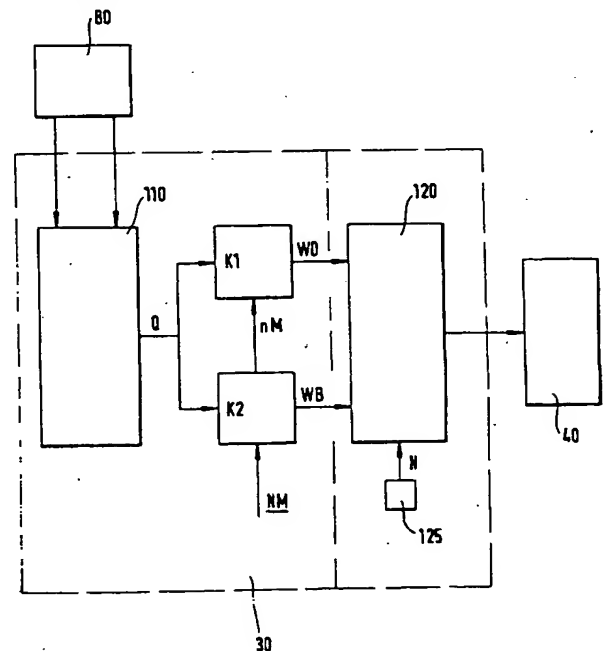
②1 Aktenzeichen: P 42 15 581.9  
②2 Anmeldetag: 12. 5. 92  
④3 Offenlegungstag: 18. 11. 93

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Laufer, Helmut, Dipl.-Ing., 7016 Gerlingen, DE;  
Fischer, Werner, Dipl.-Ing., 7258 Heimsheim, DE;  
Berger, Joachim, Dipl.-Ing., 7065 Winterbach, DE;  
Schoenfelder, Dietbert, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart,  
DE; Gronenberg, Roland, Dipl.-Ing. Dr., 7000  
Stuttgart, DE

⑤4 System zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung

⑤7 Es wird ein System zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung insbesondere für eine Dieselmotormaschine beschrieben. Bei diesem System wird die Förderdauer ausgehend von dem Drehzahlwert während der vorherigen Zumeßung bestimmt.



**DE 42 15 581 A 1**

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein System zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solches System zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung ist zum Beispiel aus der DE-OS 40 04 110 bekannt. Dort wird ein System zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung insbesondere für eine Dieselmotorkraftmaschine beschrieben. Bei dieser Einrichtung werden in Abhängigkeit von der Drehzahl und der Last Steuersignale zur Bestimmung der Kraftstoffmenge vorgegeben. Bei solchen Systemen ist es notwendig, daß die Drehzahl möglichst präzise erfaßt wird.

## Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem System zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung der eingangs genannten Art eine möglichst präzise Erfassung der Drehzahl zu ermöglichen. Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst.

## Vorteile der Erfindung

Mit dem erfindungsgemäßen System ist eine wesentlich präzisere Erfassung der Drehzahl, die zur Berechnung der Ansteuersignale herangezogen wird, möglich.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Systems zur Steuerung einer Kraftstoffzumeßeinrichtung, Fig. 2 ein Flußdiagramm zur Verdeutlichung der Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Systems sowie Fig. 3 den Verlauf der momentanen Drehzahl über drei Zumeßungen.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Es sind Systeme zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung bekannt. Bei diesen Systemen werden wenigstens abhängig von der Last und der Drehzahl Ansteuersignale für das Magnetventil vorgegeben.

Ein solches System ist schematisch in Fig. 1 dargestellt. Eine Magnetventilstufe 40 erhält Signale von einer elektronischen Steuereinheit 30. Die elektronische Steuereinheit 30 besteht im wesentlichen aus einem Zumeßrechner 120, Kennfeldern K1, K2 und einem Rechner 110. Zum Zumeßrechner 120 gelangt ein Signal eines Drehzahlsensors 125, der die Momentandrehzahl N der Nockenwelle erfaßt. Desweiteren werden dem Zumeßrechner 120 Signale, die den gewünschten Förderwinkel WD und den gewünschten Förderbeginn WB angeben, zugeleitet. Diese Signale entstammen je einem Kennfeld K1, K2. Als Eingangsgröße für die Kennfelder K1 und K2 dienen die mittlere Drehzahl NM und die

gewünschte Kraftstoffmenge Q. Die gewünschte Kraftstoffmenge Q entstammt einem Rechner 110, der die gewünschte Kraftstoffmenge Q abhängig von verschiedenen Eingangsgrößen berechnet. Hierzu erhält der Rechner 110 Signale von verschiedenen Sensoren 80 zugeleitet.

Ausgehend von den von den Sensoren 80 erfaßten Größen, wie mittlere Drehzahl NM, Temperatur T, Fahrpedalstellung FP und weiteren Betriebskenngrößen berechnet der Rechner 110 die gewünschte Einspritzmenge Q. Abhängig von dieser Einspritzmenge Q und der mittleren Drehzahl NM wird aus dem Kennfeld K1 der Förderwinkel WD ausgelesen. Der Förderwinkel WD bestimmt unmittelbar die einzuspritzende Kraftstoffmenge. Dies ist der Winkel, der von der Nockenwelle durchlaufen wird, während die Kraftstoffpumpe fördert.

Aus dem zweiten Kennfeld K2 wird abhängig von der Einspritzmenge Q und der mittleren Drehzahl NM der Förderbeginn WB ausgelesen. Dies ist der Winkel, bei dem die Einspritzung beginnen soll.

Die mittlere Drehzahl NM kann von unterschiedlichen Sensoren abgeleitet werden. In der Regel ist dies ein Sensor, der Impulse eines Impulsrades auf der Kurbelwelle bzw. auf der Nockenwelle erfaßt. Bei herkömmlichen Systemen wird die Drehzahl über einen größeren Winkelbereich bzw. über mehrere Umdrehungen der Nockenwelle gemittelt.

Im Rahmen der Applikation werden diese Kennfelder auf einer Prüfeinrichtung ausgemessen. Hierzu wird die Pumpe von einem Elektromotor mit konstanter Drehzahl angetrieben und die dabei eingespritzte Kraftstoffmenge erfaßt.

Wird die Pumpe direkt von der Brennkraftmaschine angetrieben, so schwankt die Drehzahl sehr stark. Dieser Drehzahlverlauf ist in Fig. 3 dargestellt. Die Zumesung erfolgt dabei kurz vor dem Minimum des Drehzahlverlaufs. Die Drehzahl, die sich durch Auswerten der bekannten Drehzahlsensoren ergibt, ist üblicherweise größer, als die Drehzahl während der Zumesung. Da das Kennfeld mit konstanter Drehzahl appliziert wurde, sollte die Drehzahl die zum Auslesen der Kennfeldwerte verwendet wird, der bei der Applikation verwendeten Drehzahl entsprechen. Ist dies nicht der Fall, so ergeben sich erhebliche Abweichungen von der gewünschten einzuspritzenden Menge.

Der Zumeßrechner 120 setzt die Winkelsignale WD, WB mit Hilfe der momentanen Drehzahl N in Zeitgrößen um. Diese Zeitgrößen bestimmen zu welchem Zeitpunkt das Magnetventil mit Spannung beaufschlagt wird. Der Zumeßrechner legt also die Zeitpunkte fest, bei denen sich die am Magnetventil anliegende Spannung ändert. Diese Werte gelangen zu der Endstufe 40, die sie in ein Ansteuersignal für das Magnetventil umsetzt.

Um die oben beschriebenen Nachteile der ungenauen Kraftstoffzumesung zu kompensieren, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der aktuelle Drehzahlwert während des Zumeßintervalls zur Kennfeldberechnung verwendet wird. Da dieses Signal bei der Kennfeldberechnung noch nicht vorliegt, wird der entsprechende Wert der vorherigen Zumesung benutzt.

Um ein gutes dynamisches Verhalten zu erzielen, müssen Beschleunigungen und Verzögerungen berücksichtigt werden. Dies erfolgt dadurch, daß ein Drehzahlgradient DN ermittelt wird, mit dem der Drehzahlwert NZM-1 der vorhergehenden Zumesung korrigiert wird. Der Drehzahlgradient DN ist ein Maß für die Än-

derung der Drehzahl während eines Verbrennungszyklusses.

Im folgenden soll anhand der Fig. 2 beschrieben werden, wie die zur Kennfeldberechnung benötigte Drehzahl NM bestimmt wird. In einem ersten Schritt 200 wird der Drehzahlwert NIM-1 eines bestimmten Inkrementes in einer definierten Lage der Kurbelwelle bzw. der Nockenwelle erfaßt. Anschließend wird der Drehzahlwert NZM-1 während der Zumessung im Schritt 210 erfaßt. Hierzu wird ein Signal das den Zeitpunkt des genauen Einspritzbeginns und des genauen Einspritzendes angibt, erfaßt. Hierzu können Sensorsignale erfaßt werden, die die Stellung des Magnetventils oder eines Einspritzventils angeben. Es ist aber auch möglich, daß ausgehend von dem durch das Magnetventil fließenden Strom, bzw. von dem an dem Magnetventil anliegenden Spannung die Zeitpunkte erkannt werden, bei denen das Magnetventil öffnet oder schließt. Diese Signale sind ein Maß für den tatsächlichen Förderbeginn bzw Einspritzbeginn und für das Förderende bzw Einspritzende. Mittels einer Interpolation bzw. mittels einer Extrapolation wird die jeweilige Winkelstellung sehr präzise berechnet. Ausgehend von der Winkelstellung bei Beginn und Ende der Einspritzung und der Einspritzdauer ergibt sich dann der Drehzahlwert während der Zumessung. Dieser Drehzahlwert entspricht einer über das Zumeßintervall gemittelten Drehzahl.

Im Schritt 220 wird dann der Drehzahlwert NIM bei der gleichen definierten Lage der Kurbelwelle, wie bei der vorhergehenden Zumessung, erfaßt. Anschließend wird ausgehend von dem für die Zumessung M-1 erfaßten Drehzahlwert NIM-1 und dem im Zumeßzyklus M erfaßten Drehzahlwert NIM der Drehzahlgradient DN berechnet (230). Im einfachsten Fall wird hier lediglich die Differenz der beiden Drehzahlwerte bestimmt. Der Drehzahlgradient DN wird also ausgehend von zwei Drehzahlwerten NIM-1 und NIM über zwei Inkremente erfaßt. Diese beiden Inkremente haben die gleiche Phasenlage bei zwei aufeinanderfolgenden Zumessungen. Die letzte dieser beiden Zumessungen ist dabei die Zumessung deren Ansteuersignale berechnet werden. Die Inkremente mit definierter Phasenlage besitzen bei einer Brennkraftmaschine mit vier Zylindern einen Abstand von 90° und bei einer Brennkraftmaschine mit sechs Zylindern einen Abstand von 60°. Allgemein gilt, daß diese Inkremente bei einer Brennkraftmaschine mit z Zylindern 360°/z auseinander liegen.

Im Schritt 240 wird dann der Drehzahlwert NZM, der zur Kennfeldberechnung benötigt wird, ausgehend von dem Drehzahlwert NZM-1 während der Zumessung bei dem vorherigen Zumeßzyklus M-1 sowie dem Drehzahlgradient DN berechnet.

In Fig. 3 ist nun der Drehzahlverlauf für drei Verbrennungszyklen aufgetragen. Es ist vorgesehen, daß auf der Kurbelwelle und/oder auf der Nockenwelle ein Inkrementrad angebracht ist. Dieses Inkrementrad weist mehrere Markierungen auf. Die Markierungen sind vorzugsweise in einem Abstand von ca 3° angeordnet. Ein Sensor erfaßt diese Markierungen und liefert in vorgegebenen Abständen Impulse, die mit den kleinen senkrechten Strichen markiert sind. Diese Abstände werden üblicherweise als Inkremente bezeichnet.

Zur Berechnung der Drehzahl NM werden die Drehzahlen über einzelne Inkremente ausgewertet. Die Inkremente eines Verbrennungszyklus werden mit dem Index I und die einzelnen Verbrennungszyklen werden mit dem Index M bezeichnet. Mit dem Index I ist dasjenige Inkrement bezeichnet, bei dem jeweils die Dreh-

zahl NIM mit definierter Phasenlage erfaßt wird. Mit dem Index M ist der Verbrennungszyklus bezeichnet, für den die Ansteuersignale für das Magnetventil zu berechnen sind. Zur Berechnung des Drehzahlgradienten werden daher die Drehzahlen NIM-1 sowie NIM ausgewertet.

Weiterhin sind mit längeren senkrechten Strichen die Zumeßintervalle angegeben. Zu beachten ist, daß der Beginn und das Ende der jeweiligen Zumessung nicht unbedingt mit den Inkrementen übereinstimmen muß. Zur Erfassung des Drehzahlwertes über eine Zumessung NZM bzw. NZM-1 wird wie bereits beschrieben der Abstand zwischen Beginn und Ende der Zumessung ausgewertet.

Um eine weitere Verbesserung des Drehzahlsignals zu erhalten, ist bei einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß zur Berechnung des Drehzahlgradienten gefiltert wird. Hierzu wird nicht nur der Drehzahlwert NIM über ein Inkrement erfaßt, sondern es werden die Drehzahlwerte NIM über mehrere Inkremente gemittelt. Dies läßt sich zum Beispiel dadurch realisieren, daß im Schritt 220 Drehzahlwerte über mehrere Inkremente erfaßt werden. Dies bedeutet, es werden die Drehzahlwerte NIM, N(I-1)M, N(I-2)M, ... erfaßt und aufsummiert und hieraus der Mittelwert gebildet.

Vorzugsweise erfolgt die Berechnung der Drehzahlwerte für jeden Zylinder getrennt.

#### Patentansprüche

1. System zur Steuerung einer magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtung insbesondere für eine Dieseldieselmotormaschine, wobei in Abhängigkeit von Drehzahl (NM) und Last (Q) ein Ansteuersignal vorgebar ist, dadurch gekennzeichnet, daß als Drehzahl (NM) der Drehzahlwert (NZM-1) während der vorhergehenden Zumessung verwendet wird.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen der Bestimmung der Ansteuersignale ausgehend von wenigstens der Drehzahl (NM) und der Last (Q) ein Förderwinkel vorgebar ist, der die Einspritzdauer festlegt.
3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehzahlwert (NZM-1) während der vorhergehenden Zumessung ausgehend von den Zeitpunkten des Ansteuerbeginns und des Ansteuerendes sowie den entsprechenden interpolierten Winkelgrößen vorgebar ist.
4. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehzahlwert (NZM-1) während der vorhergehenden Zumessung ausgehend von den Zeitpunkten des Einspritzbeginns und des Einspritzendes sowie den entsprechenden interpolierten Winkelgrößen vorgebar ist.
5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehzahlwert (NZM-1) während der vorhergehenden Zumessung mittels eines Drehzahlgradienten (DN) korrigiert wird.
6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehzahlgradient (DN) ausgehend von zwei Drehzahlwerten (NIM, NIM-1) über zwei Inkremente vorgebar ist, wobei die beiden Inkremente die gleiche Phasenlage bei zwei aufeinanderfolgender Zumessungen aufweisen.
7. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß diese Inkremente bei einer Brennkraftma-

schine mit z Zylindern  $360^\circ/z$  auseinander liegen.

8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlwerte (NIM) über mehrere Inkremente gemittelt werden.

5

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung zylinderspezifisch erfolgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

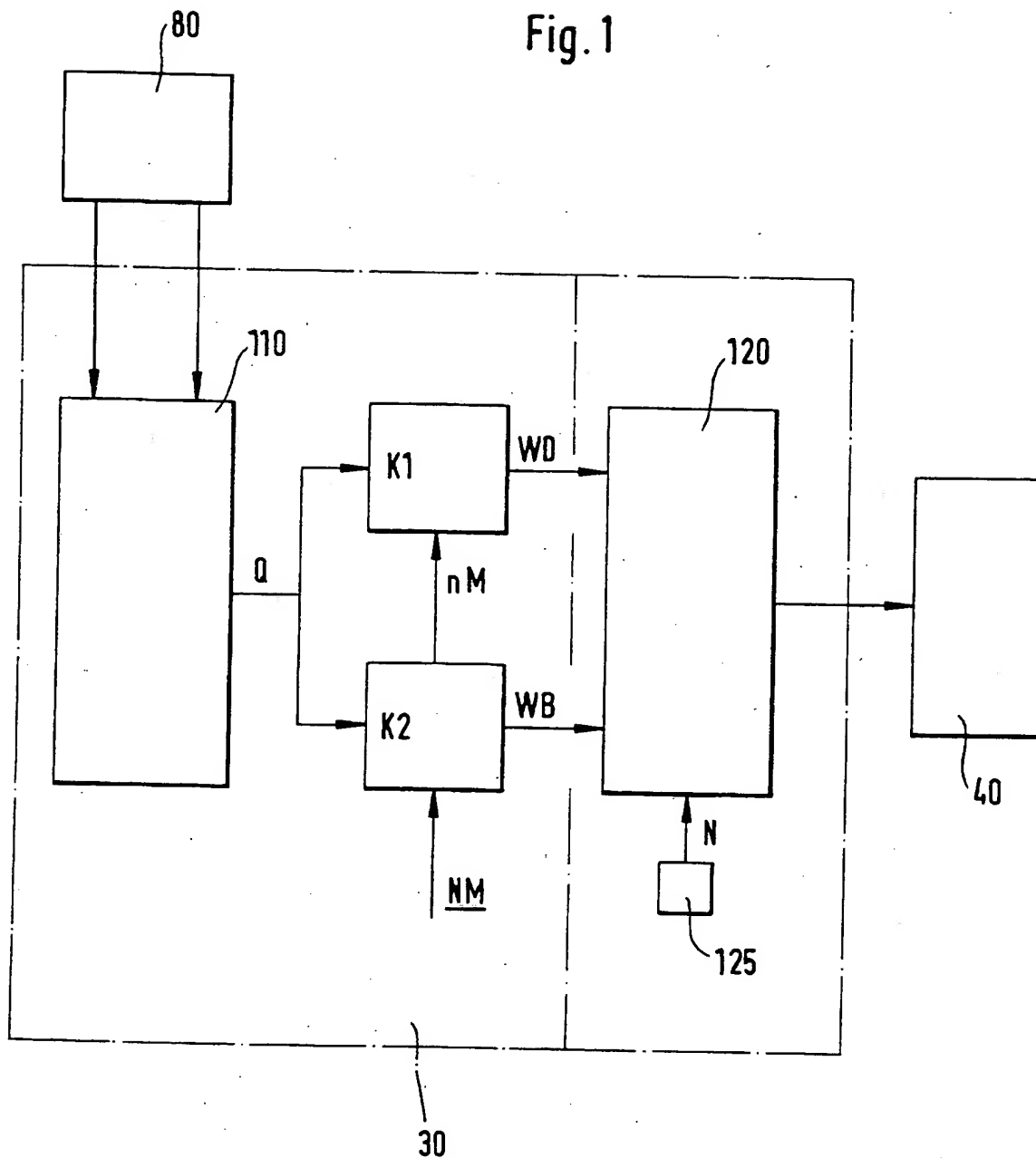
60

65

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 1



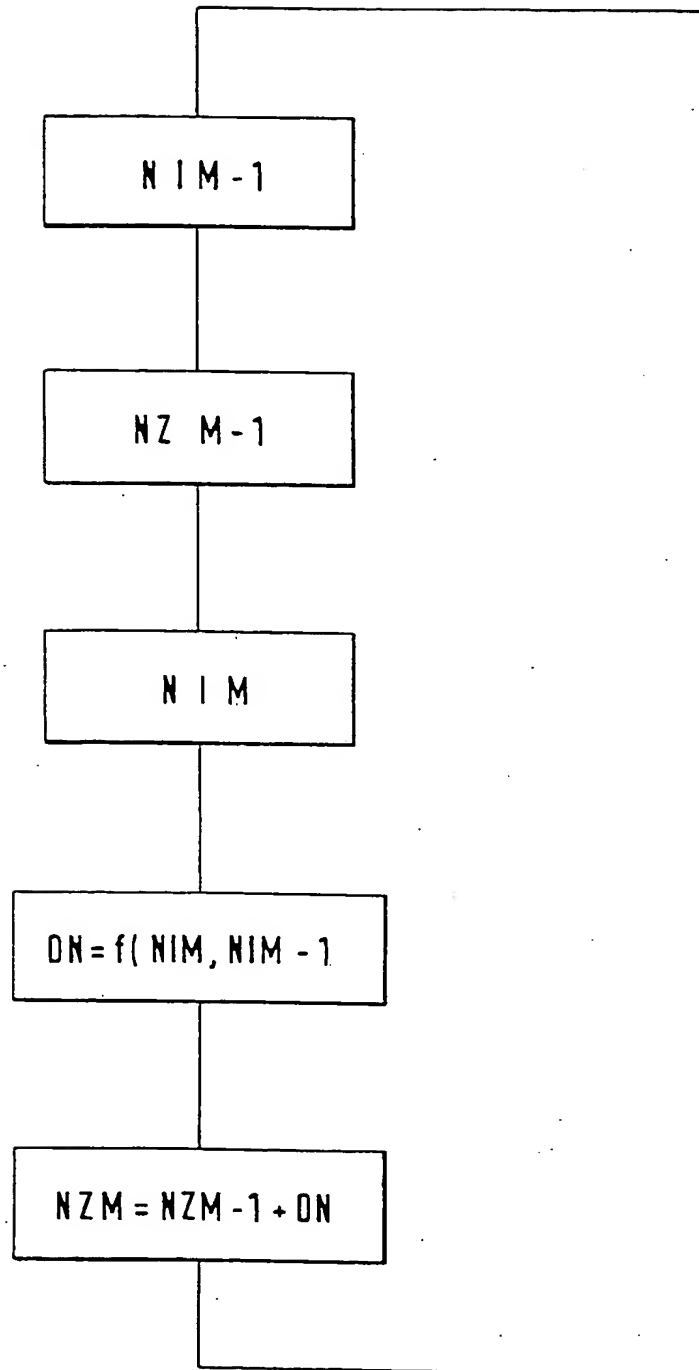


Fig.2

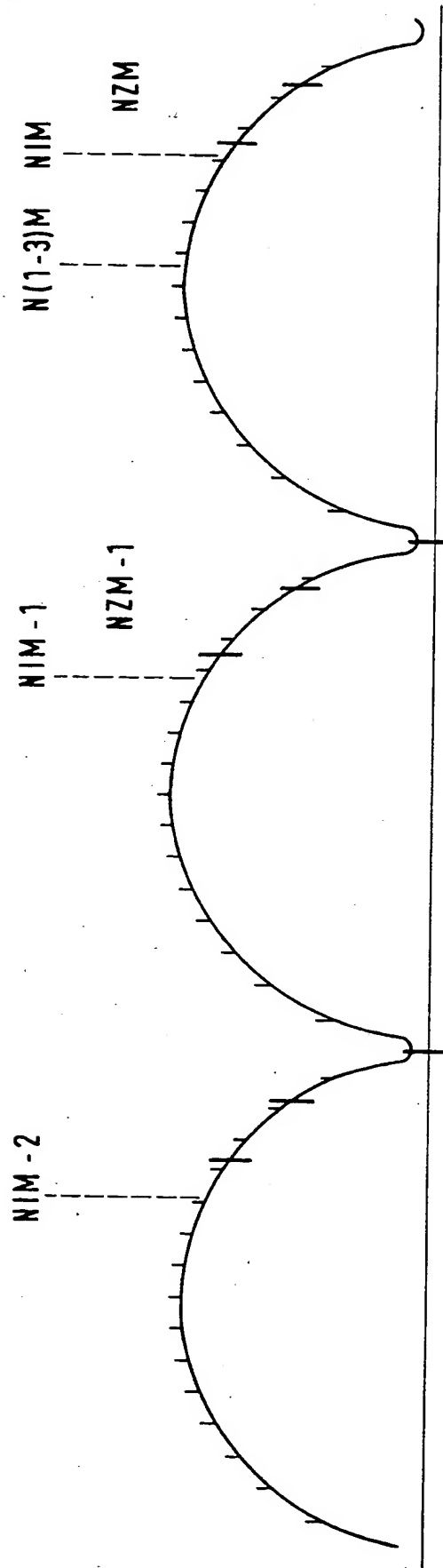


Fig. 3